UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISCOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

DEFINITIVO

VOLUMEN II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LICITACIÓN PÚBLICA No. 012 DE 2005

ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO PARA EL LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS

DIRECCIÓN DE CONTRATACIÓN Y PROYECTOS DE INVERSIÓN
JUNIO DE 2005

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
1.1 TÍTULO 3
1.2 OBJETIVO GENERAL 3
2. PRÁCTICAS A DESARROLLAR EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS 3
3. DISPOSICIÓN DE LAS MÁQUINAS EN EL LABORATORIO 3
4. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE TRABAJO 8

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 TÍTULO

Actualización y mejoramiento del Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Adecuar la capacidad de los laboratorios de Máquinas Eléctricas a las necesidades actuales, teniendo en cuenta que la población de estudiantes usuarios de estos ha aumentado y que la formación que están recibiendo debe ser actualizada.

2. PRÁCTICAS A DESARROLLAR EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS

De acuerdo a las necesidades de los estudiantes y las pautas establecidas por los docentes de las asignaturas MÁQUINAS ELÉCTRICAS I y II, la actual demanda del laboratorio de máquinas eléctricas y el soporte que se le dará a las demás escuelas de la Universidad en las asignaturas de electricidad y electrónica básica,, se determinó que las prácticas a realizar son:

1. El Transformador en Vacío: Resistencia de Aislamiento, Polaridad y Corriente Magnetizante.
2. Prueba de Vacío y cortocircuito de Transformadores.
3. Transformadores Monofásicos y Trifásicos: Grupos de Conexión y Conexión en Paralelo.
4. Curvas Características de la Máquina de CC como Generador: Generador CC de Excitación Independiente.
5. Curvas Características de la Máquina de CC como Generador: Generador Auto Excitado Shunt-Compound.
6. Curvas Características de la Máquina de CC como Motor.
7. Características de la Máquina de Inducción.
8. Arranque de la Máquina de Inducción.
9. Máquina Síncrona: Característica Vacío y Corto.
10. Conexión Paralelo de Generadores.
11. La Máquina Síncrona como Motor.

3. DISPOSICIÓN DE LAS MÁQUINAS EN EL LABORATORIO

A continuación se incluye un esquema simplificado todos los posibles acoplamientos de las máquinas en las práctica de laboratorio con el fin de proporcionar la información necesaria para que los proponentes puedan especificar en sus ofertas los sentidos de giro (lo que determina la eficacia de la ventilación y la marcación de los bornes), la ubicación de las borneras para que queden orientadas hacia el banco de trabajo (se prefieren sin embargo en la parte superior de las máquinas) y aseguren la compatibilidad de las formas y los tamaños constructivos de las máquinas que se acoplarán, la compatibilidad de ejes y acoples, además de la compatibilidad de velocidades y potencias nominales. Todas las máquinas deberán poderse anclar a la misma base metálica asociada a cada par de máquinas síncronas en cada banco de trabajo. Todas las máquinas deben suministrarse con los herrajes necesarios para que puedan ser montadas, acopladas y alineadas sin mayor dificultad sobre esta única base metálica por banco de trabajo del laboratorio.

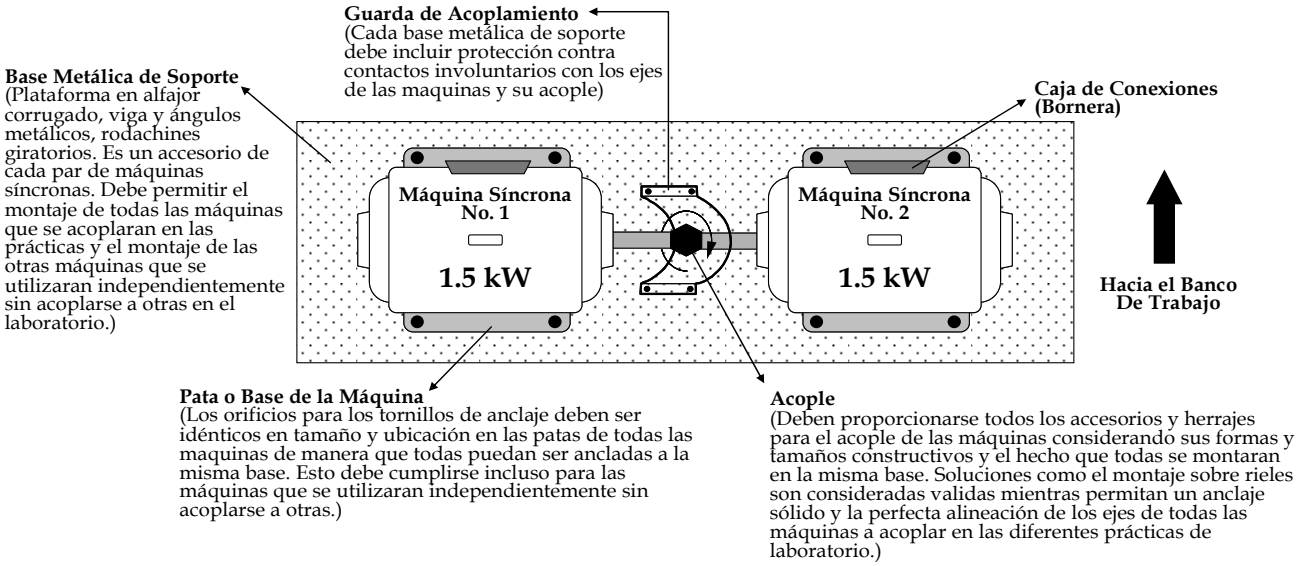
Guarda de Acoplamiento
(Cada base metálica de soporte debe incluir protección contra contactos involuntarios con los ejes de las maquinas y su acople)
Base Metálica de Soporte
(Plataforma en alfajor corrugado, viga y ángulos metálicos, rodachines giratorios. Es un accesorio de cada par de máquinas síncronas. Debe permitir el montaje de todas las máquinas que se acoplaran en las prácticas y el montaje de las otras máquinas que se utilizaran independientemente sin acoplarse a otras en el laboratorio.)
Caja de Conexiones (Bornera)
Máquina Síncrona No. 1
1.5 kW
Máquina Síncrona No. 2
1.5 kW
Hacia el Banco De Trabajo
Pata o Base de la Máquina
(Los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas de manera que todas puedan ser ancladas a la misma base. Esto debe cumplirse incluso para las máquinas que se utilizaran independientemente sin acoplarse a otras.)
Acople
(Deben proporcionarse todos los accesorios y herrajes para el acople de las máquinas considerando sus formas y tamaños constructivos y el hecho que todas se montaran en la misma base. Soluciones como el montaje sobre rieles son consideradas validas mientras permitan un anclaje sólido y la perfecta alineación de los ejes de todas las máquinas a acoplar en las diferentes prácticas de laboratorio.)

Figura 1. Vista de planta del acoplamiento de las máquinas síncronas en la práctica No. 11 (máquina síncrona como motor).

Como se desprende de la Figura 6 hay dos grupos constructivos que determinan la ubicación de las borneras y los sentidos de giro por defecto. El grupo No. 1 está conformado por la máquina síncrona No. 1, el motor de inducción trifásico y el motor jaula de ardilla. El grupo constructivo No. 2 está conformado por la máquina síncrona No. 2 y la máquina en derivación de CC. Estos grupos constructivos tienen tanto sentidos de giro como ubicación de las borneras contrarias que el proponente determinará a conveniencia. Sin embargo se reitera de nuevo que se prefieren las borneras ubicadas en la parte superior mientras esto no implique sobrecostos.

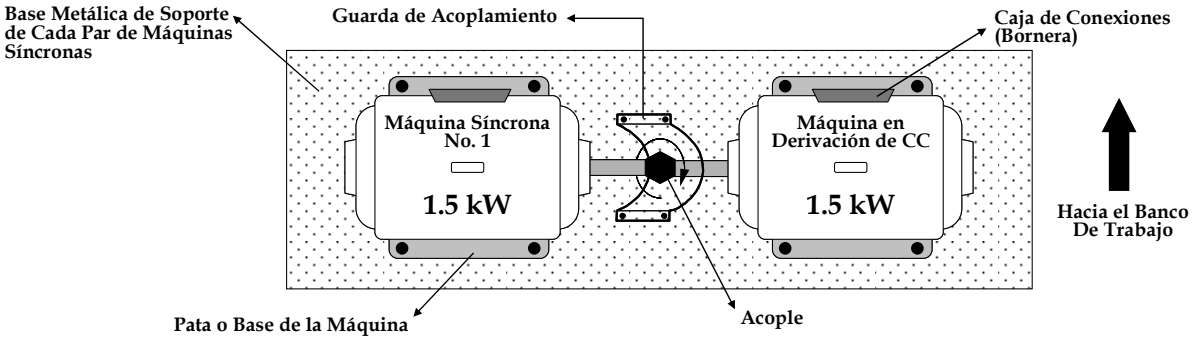
Base Metálica de Soporte de Cada Par de Máquinas Síncronas
Guarda de Acoplamiento
Caja de Conexiones (Bornera)
Máquina Síncrona No. 1
1.5 kW
Máquina en Derivación de CC
1.5 kW
Hacia el Banco De Trabajo
Pata o Base de la Máquina
Acople

Figura 2. Vista de planta del acoplamiento de la máquina síncrona No. 1 y la máquina en derivación de CC en la las prácticas Nos. 6, 10 y 11 (máquina CC como motor, conexión en paralelo de generadores, máquina síncrona como motor).

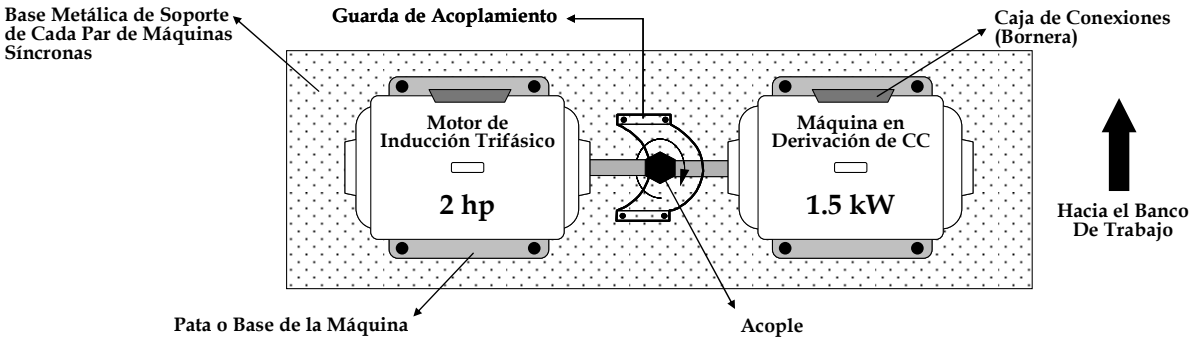
Base Metálica de Soporte de Cada Par de Máquinas Síncronas
Guarda de Acoplamiento
Caja de Conexiones (Bornera)
Motor de Inducción Trifásico
2 hp
Máquina en Derivación de CC
1.5 kW
Hacia el Banco De Trabajo
Pata o Base de la Máquina
Acople

Figura 3. Vista de planta del acoplamiento del motor de inducción trifásico y la máquina en derivación de CC en la las prácticas Nos. 4, 5, 7 y 8 (la máquina CC como generador y la máquina de inducción).

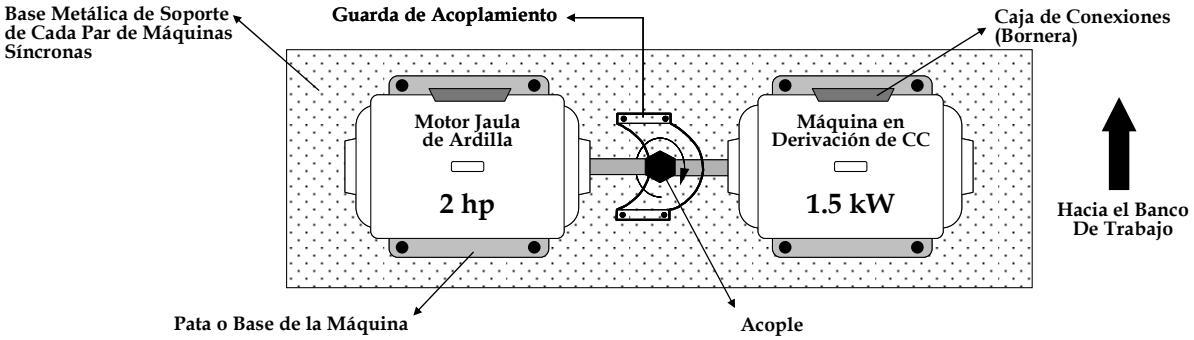
Base Metálica de Soporte de Cada Par de Máquinas Síncronas
Guarda de Acoplamiento
Caja de Conexiones (Bornera)
Motor Jaula de Ardilla
2 hp
Máquina en Derivación de CC
1.5 kW
Hacia el Banco De Trabajo
Pata o Base de la Máquina
Acople

Figura 4. Vista de planta del acoplamiento del motor jaula de ardilla y la máquina en derivación de CC en la las prácticas Nos. 4, 5, 7 y 8 (la máquina CC como generador y la máquina de inducción).

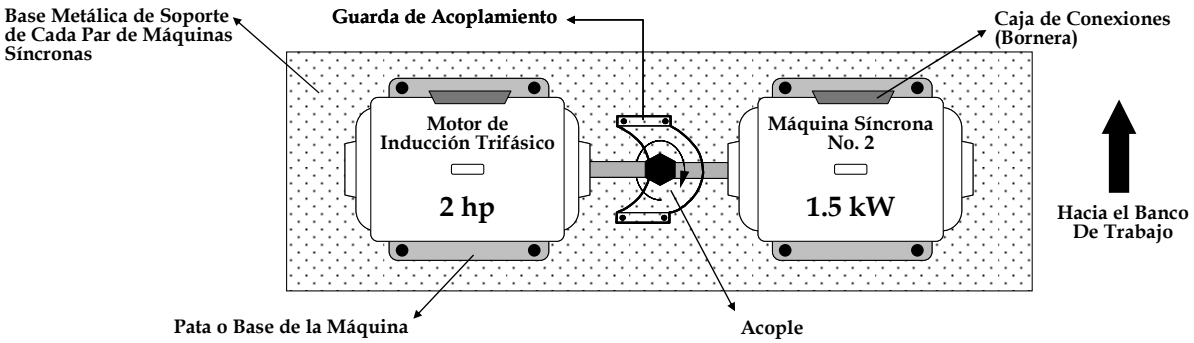
Base Metálica de Soporte de Cada Par de Máquinas Síncronas
Guarda de Acoplamiento
Caja de Conexiones (Bornera)
Motor de Inducción Trifásico
2 hp
Máquina Síncrona No. 2
1.5 kW
Hacia el Banco De Trabajo
Pata o Base de la Máquina
Acople

Figura 5. Vista de planta del acoplamiento del motor de inducción trifásico y la máquina síncrona No. 2 en la las prácticas Nos. 7, 8, 9 y 11 (la máquina de inducción, la máquina síncrona, conexión en paralelo de generadores).

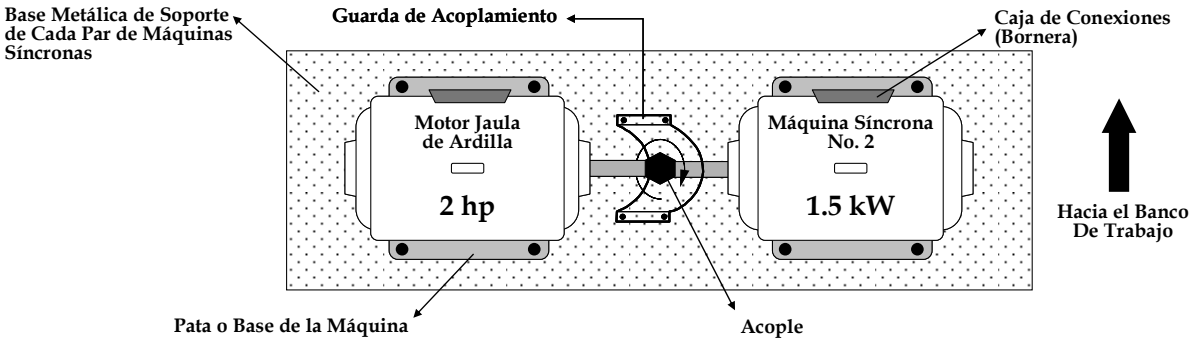
Base Metálica de Soporte de Cada Par de Máquinas Síncronas
Guarda de Acoplamiento
Caja de Conexiones (Bornera)
Motor Jaula de Ardilla
2 hp
Máquina Síncrona No. 2
1.5 kW
Hacia el Banco De Trabajo
Pata o Base de la Máquina
Acople

Figura 6. Vista de planta del acoplamiento del motor jaula de ardilla y la máquina síncrona No. 2 en la las prácticas Nos. 7, 8, 9 y 11 (la máquina de inducción, la máquina síncrona, conexión en paralelo de generadores).

Tres tipos de máquinas se utilizarán de forma independiente en las prácticas del laboratorio, esto es, sin acoplarse a otras. Estas son el motor de inducción monofásico, el motor de reluctancia y el motor universal. Por lo tanto no hay necesidad de coordinar la ubicación de las borneras ni los sentidos de giro para estas máquinas. Para estas se requiere, como para todas las demás, que puedan anclarse sin dificultad a la base metálica asociada como accesorio de cada par de máquinas síncronas por lo que deben proporcionarse con una pata o base compatible con dicha base metálica de soporte.

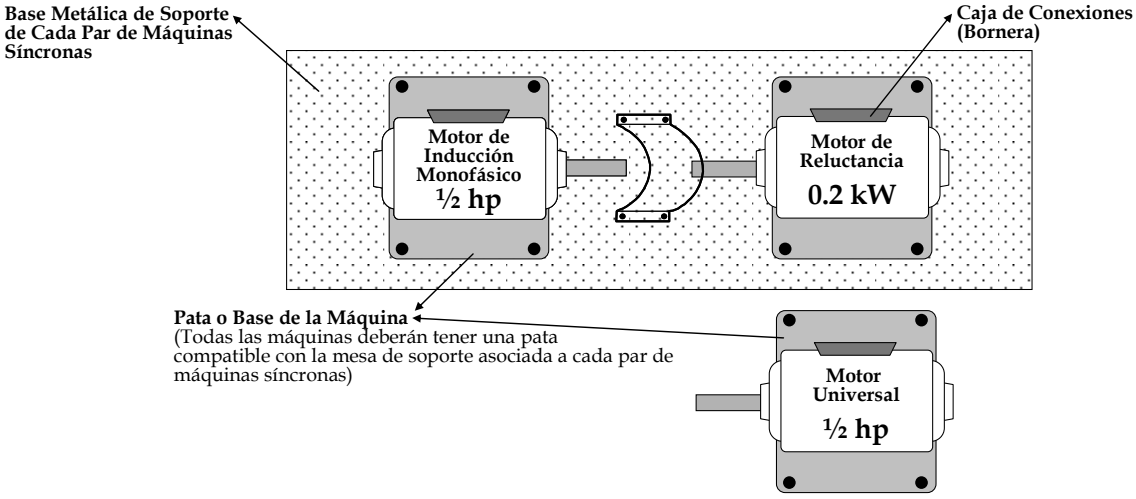
Base Metálica de Soporte de Cada Par de Máquinas Síncronas
Caja de Conexiones (Bornera)
Motor de Inducción Monofásico
½ hp
Motor de Reluctancia
0.2 kW
Pata o Base de la Máquina
(Todas las máquinas deberán tener una pata compatible con la mesa de soporte asociada a cada par de máquinas síncronas)
Motor Universal
½ hp

Figura 7. Máquinas que serán utilizadas independientemente sin acoplarse a otras.

Teniendo en cuenta las prácticas de laboratorio establecidas se estipuló montar cinco (5) bancos dobles de trabajo diseñados para ser utilizados por grupos de cuatro (4) estudiantes cada uno (ver Figura 8). Este proyecto habilitará e instrumentará la mitad de cada uno de estos cinco (5) bancos dobles los cuales están enfrentados por su parte posterior. Cada banco tendrá la capacidad necesaria para ser utilizado para realizar cualquiera de las once (11) prácticas de laboratorio. La disposición de estos bancos en el laboratorio es la que se indica en la Figura 9.

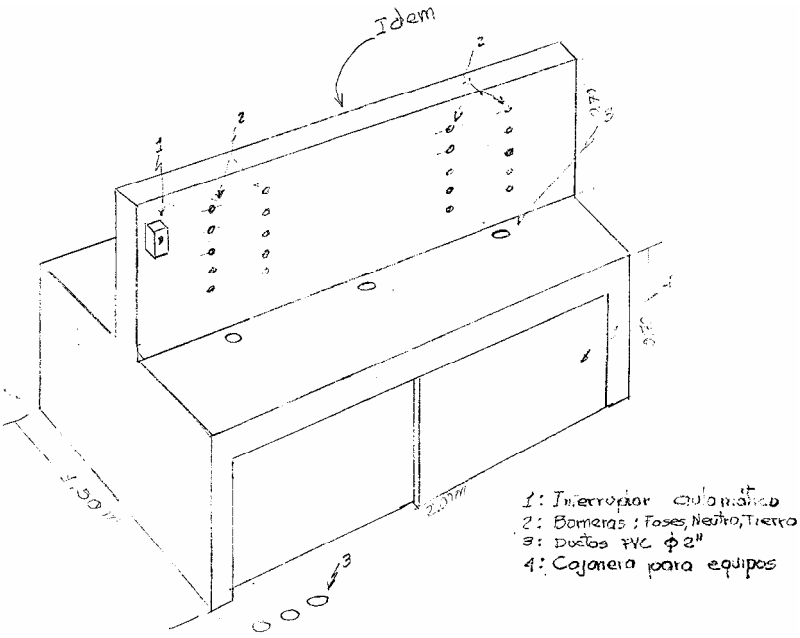

Figura 8. Mueble de cada uno de los cinco (5) bancos dobles de trabajo del laboratorio.

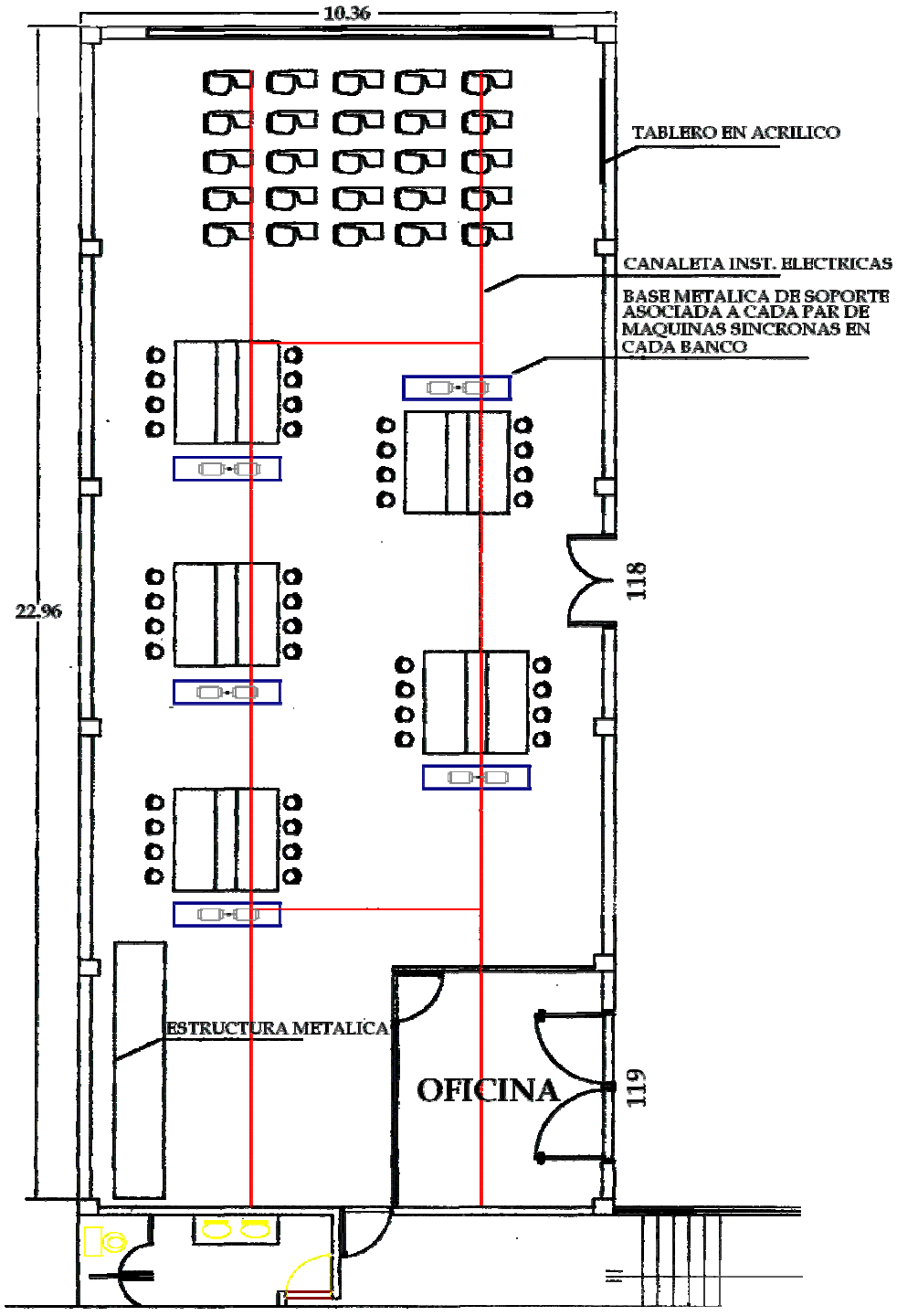

Figura 9. Vista de planta del laboratorio de máquinas eléctricas.

4. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE TRABAJO

Teniendo en cuenta las prácticas de laboratorio establecidas de acuerdo a las necesidades de los estudiantes y las pautas establecidas por los docentes de las asignaturas MÁQUINAS

ELÉCTRICAS I y II, la actual demanda del laboratorio de máquinas eléctricas y el soporte que se le dará a las demás escuelas de la Universidad en las asignaturas de electricidad y electrónica básica, se estipuló montar cinco (5) bancos de trabajo diseñados para ser utilizados por grupos de cuatro (4) estudiantes cada uno. Los instrumentos y equipos con los que debe ser dotado cada banco de trabajo son:

TABLA 1. ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS A UBICAR POR BANCO DE TRABAJO.

Las cantidades de los equipos que se presentan a continuación corresponden a un (1) banco de trabajo.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	2	Multímetros Digitales
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		**Rangos Mínimos de Medición:** • **Mínima Tensión Máxima CA/CC:** 600 V (resolución mínima 1 mV, precisión mínima en tensión CC: ±(0.7%+2), precisión mínima en tensión CA: ±(1.0%+3), valor inicial rango medición: 0 V). • **Mínima Corriente Máxima CA/CC:** 10 A (resolución mínima: 1 mA CC / 0.01 A CA, precisión mínima CC: ±(1.0%+3), precisión mínima CA: ±(1.5%+3), valor inicial rango medición: 0 A). • **Mínima Resistencia Máxima:** 40 MΩ (resolución mínima 0.1 Ω, precisión mínima: ±(0.9%+1), valor inicial rango medición: 0 Ω). • **Mínima Capacitancia Máxima:** 10000 µF (resolución mínima 1 nF, precisión mínima: ±(1.9%+2), valor inicial rango medición: 0 F). • **Mínima Frecuencia Máxima:** 50 kHz, (resolución mínima 0.01 Hz, precisión mínima: ±(0.1%+2), valor inicial rango medición: 0 Hz). **Características Generales Mínimas Requeridas:** • Pantalla con resolución mínima de 6000 cuentas con actualización mínima de 4 veces por segundo. • Debe incluir puntas de prueba, funda o alojamiento compacto, batería instalada y manual de usuario. • Medida de verdadero valor eficaz CA (precisión en señales no lineales). • Barra gráfica analógica, actualización mínimo 40 veces por segundo, mínimo 33 segmentos. • Selección de rangos automática/manual y retención de valores en pantalla. • Registro de mínimos, máximos y medios, con alarma de mínimos y máximos • Comprobación de diodos y acústica de continuidad. • Advertencia de conexiones incorrectas y tensiones peligrosas. • Indicación de batería baja y modo “en espera” para ahorro de batería. • Todas las entradas deben disponer de protección eléctrica. • Calibración sin necesidad de abrir el aparato. • Garantía mínima de tres (3) años sobre defectos de fabricación y calibración.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
2	1	Multímetro Gráfico u Osciloscópico.
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		**Rangos Mínimos de Medición:** • **Mínima Tensión Máxima CA/CC:** 500 V (precisión mínima en tensión CC: ±(0.5%+5), precisión mínima en tensión CA: ±(0.1%+10), valor inicial rango medición en cada escala: 0 V). ***Mínimas Escalas Requeridas*:** 500 mV, 5 V, 50 V, 500 V. • **Mínima Corriente Máxima CA/CC:** 10 A (valor inicial rango medición: 0 A CC). • **Mínima Resistencia Máxima:** 30 MΩ (precisión mínima: ±(0.6%+5), valor inicial rango medición: 0 Ω). ***Mínimas Escalas Requeridas*:** 500 Ω, 5 kΩ, 50 kΩ, 500 kΩ, 5 MΩ, 30 MΩ. • **Mínima Capacitancia Máxima:** 500 µF (precisión mínima: ±(2%+10), valor inicial rango medición: 0 F). • **Mínima Frecuencia Máxima:** 40 MHz, **Características Generales Mínimas Requeridas:** • Pantalla con resolución mínima de 5000 cuentas. • Opciones de alimentación que debe disponer el multímetro: alimentador desde red 115 V AC y batería interna recargable de NiCd, Mi-MH o Li-Ion. • Debe incluir cables de prueba, pinza y shunt para medición de corriente CC o CA, funda o alojamiento compacto, alimentador, baterías recargables instaladas, cargador de baterías y manual de usuario. • Medida de verdadero valor eficaz CA y CC. • Presentación de formas de onda. • Comprobación de diodos y acústica de continuidad. • Advertencia de tensiones peligrosas. • Todas las entradas deben disponer de protección eléctrica. • Garantía mínima de tres (3) años sobre defectos de fabricación.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
3	2	Voltímetros de Hierro Móvil
ESPECIFIC. MÍNIMAS		• Medidor a hierro móvil para mediciones de voltajes en CA y CC. • Escala: 50 divisiones. • Tensión: 250 - 600 V CA. • Conmutador de cambio de voltaje. • Precisión: 1.5.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
4	1	Osciloscopio Analógico o Digital.
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Mínima frecuencia máxima: 20 MHz. • Mínimo número de canales: 2, 4 Trazos. • Corriente: 50 mA – 1000 A. • Tensión: 600 V rms en CA y 600 V en CC. • Mínima velocidad de muestreo en cada canal: 1 GS-s. • Mínima precisión vertical: +/- 2% de la lectura + 0.05 x tiempo/div. • Mínima precisión horizontal: +/- 0.1% de la lectura + 0.04 x tiempo/div. • Mínima velocidad máxima de muestreo: 1.25 GS/s. • Medidas de tensión de corriente continua, alterna, pico-pico, ciclo de trabajo, ancho de impulso y fase.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
5	1	Autotransformador Monofásico
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal Primario: 440 V. • Tensión Nominal Secundario: 0~440 V. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Mínima: 3 kVA.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
6	1	Autotransformador Trifásico
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal Primario: 440 V. • Tensión Nominal Secundario: 0~440 V. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Mínima: 3 kVA.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
7	2	Transformadores Trifásicos

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
7	2	Transformadores Trifásicos
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal Primario: 220 V. • Tensión Nominal Secundario: 110 V. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Mínima: 5 kVA.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
8	2	Transformadores Monofásicos
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal Primario: 220 V. • Tensión Nominal Secundario: 110 V. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Mínima: 5 kVA.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
9	1	Frecuenciometro Doble de Lengüeta
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tipo: Panel. • Tensión: 220 V CA. • Rango mínimo de frecuencia alrededor de los 60 Hz: ±5 Hz. • Precisión Mínima: Clase 0.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
10	1	Voltímetro Análogo de CA Tipo Panel – 20 V
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tipo: Panel. • Rango de Medición: 0~20 V CA. • Precisión Mínima: Clase 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
11	1	Voltímetro Análogo de CA Tipo Panel – 300 V
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tipo: Panel. • Rango de Medición: 0~300 V CA. • Precisión Mínima: Clase 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
12	1	Amperímetro Análogo de CA Tipo Panel – 10 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tipo: Panel. • Conexión: Directa. • Rango de Medición: 0~10 A CA. • Precisión Mínima: Clase 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
13	1	Amperímetro Análogo de CA Tipo Panel – 20 A

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
13	1	Amperímetro Análogo de CA Tipo Panel – 20 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		• Tipo: Panel. Conexión: Directa. • Rango de Medición: 0~20 A CA. • Precisión Mínima: Clase 1.5.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
14	1	Amperímetro Análogo de CA Tipo Panel – 50 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		• Tipo: Panel. Conexión: Directa. • Rango de Medición: 0~50 A CA. • Precisión Mínima: Clase 1.5.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
15	2	Maquinas Síncronas Trifásicas
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		• Tensión nominal: 220 V CA - Δ / 127 V CA – Y, Frecuencia: 60 Hz. • Velocidad: Compatible con la de la máquina en derivación de CC, el motor de inducción trifásico y el motor jaula de ardilla. • Potencia Nominal Mínima: 1.5 kW (debe ser compatible con la de la máquina en derivación de CC, el motor de inducción trifásico y el motor jaula de ardilla). • Debe permitir la operación como motor y como generador (polos lisos, jaula de amortiguación). Una de las máquinas (No. 1) será acoplada con la máquina en derivación de CC y con la otra máquina síncrona (No. 2). La segunda máquina (No. 2) será acoplada con el motor de inducción trifásico, el motor jaula de ardilla y con la primera de las máquinas síncronas (No. 1). La máquina síncrona No. 1 debe pertenece al grupo constructivo No. 1 y la máquina síncrona No. 2 pertenece al grupo constructivo No. 2 tal como se explicó en la sección 3 Disposición de la máquinas en el laboratorio. Las máquinas del mismo grupo constructivo tienen idéntico sentido de giro y la misma ubicación de la bornera. Máquinas de grupos constructivos diferentes tienen sentidos de giro contrarios y ubicación de la borneras opuestas. • Cada máquina debe incluir acople además de protección contra contactos involuntarios (fin de eje etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. Este acople debe ser compatible y permitir el acople de las máquinas síncronas entre estas y con la máquina en derivación de CC, el motor de inducción trifásico y el motor de jaula de ardilla (permite acoplar las máquinas de grupos constructivos diferentes). • Como accesorio cada par de máquinas síncronas debe incluir una base metálica de soporte o plataforma en alfajor corrugado, viga y ángulos metálicos, rodachines giratorios. Debe permitir el montaje de todas las máquinas que se acoplaran en las prácticas y el montaje de las otras máquinas que se utilizaran independientemente sin acoplarse a otras en el laboratorio. Opciones para el anclaje de las máquinas a esta base como rieles son consideradas validas mientras permitan un anclaje sólido y la perfecta alineación de los ejes de todas las máquinas a acoplar en las diferentes prácticas de laboratorio. Cada base metálica de soporte debe incluir protección contra contactos involuntarios con los ejes de las maquinas y su acople. Cada base debe incluir los accesorios y herrajes que sean necesarios para el acople de las máquinas considerando sus formas y tamaños constructivos y el hecho que todas se montaran en la misma base. Ver la información en la sección 3-Disposición de las máquinas en el laboratorio. • La pata o base de las máquinas debe ser compatible con la base donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en todas las maquinas. • Como accesorio de cada par de máquinas debe incluirse, un indicador de sincronización tipo panel (seis lámparas indicadoras para la verificación cualitativa de la relación de fase entre el voltaje de la red y el de un generador, circuito claro/oscuro) o un sincronoscopio tipo panel (indicador rotativo para la comparación de fases en circuitos de sincronización en redes trifásicas) ambos para operar a la tensión y frecuencia nominal de las máquinas.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
16	1	Variador de Velocidad AC
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Mínimo Rango de Frecuencia de Salida: 0-100 Hz (Valor Inicial Rango: 0 Hz). • Resolución Mínima: 0.1 Hz. • Potencia Nominal Mínima[1]: 2 hp (1.492 kW) – Par Constante. Esta debe ser compatible con la potencia del motor de inducción trifásico y el motor jaula de ardilla.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
17	1	Motor Inducción Monofásico
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal: 110/220 V. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Mínima: ½ hp (0.373 kW). • Debe incluir protección contra contactos involuntarios (fin de eje, etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. • La pata o base de la máquina debe ser compatible con la base metálica accesorio de cada par de máquinas síncronas donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
18	1	Motor de Inducción Trifásico
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión nominal: 220 V CA - Δ / 127 V CA – Y. • Frecuencia: 60 Hz. • Velocidad: Compatible con la de la máquina en derivación de CC y las máquinas síncronas. Se preferiría de cuatro (4) polos. • Potencia Nominal Mínima: 2 hp (1.492 kW). Debe ser compatible con la de la máquina en derivación de CC y las máquinas síncronas. • Debe incluir protección contra contactos involuntarios (fin de eje, etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. Será acoplada con la máquina en derivación de CC y la máquina síncrona No. 2. • Pertenece al grupo constructivo No. 1 lo que implica que tiene el mismo sentido de giro y ubicación de las borneras que la máquina síncrona No. 1 y el motor jaula de ardilla. • La pata o base de la máquina debe ser compatible con la base metálica accesorio de cada par de máquinas síncronas donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas.	

[1] La potencia del arrancador no debe ser inferior a la potencia nominal de las máquinas con las que será utilizada.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
19	1	Motor Jaula de Ardilla
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión nominal: 220 V CA - Δ / 130 V CA – Y (motor con embobinado estatórico trifásico y rotor jaula de ardilla). • Frecuencia: 60 Hz. • Velocidad: Compatible con la de la máquina en derivación de CC y las máquinas síncronas. Se preferiría de cuatro (4) polos. • Potencia Nominal Mínima: 2 hp (1.492 kW). Debe ser compatible con la de la máquina en derivación de CC y las máquinas síncronas. • Debe incluir protección contra contactos involuntarios (fin de eje, etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. Será acoplada con la máquina en derivación de CC y la máquina síncrona No. 2. • Pertenece al grupo constructivo No. 1 lo que implica que tiene el mismo sentido de giro y ubicación de las borneras que la máquina síncrona No. 1 y el motor de inducción trifásico. • La pata o base de la máquina debe ser compatible con la base metálica accesorio de cada par de máquinas síncronas donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
20	1	Máquina en Derivación de CC
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal: 220 V CC. • Tensión Nominal Excitación: 220 V CC. • Velocidad: Compatible con la de las máquinas síncronas, el motor de inducción trifásico y el motor jaula de ardilla. • Potencia Nominal Mínima: 1.5 kW. Debe ser compatible con la de las máquinas síncronas, el motor de inducción trifásico y el motor jaula de ardilla. • Debe permitir la operación como motor y como generador. • La máquina debe suministrarse con su respectivo arrancador como accesorio. Este debe ser de reóstato circular devanado en pasos con escala 100-0% para el arranque de la máquina de CC como motor. La potencia nominal del arrancador debe corresponder con la de máquina de CC. • Las conexiones del rotor y la excitación deben conducirse de manera independiente a la caja de conexiones (bornera). • Debe incluir protección contra contactos involuntarios (fin de eje, etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. Esta máquina será acoplada con el motor de inducción trifásico, el motor jaula de ardilla y la máquina síncrona No. 1. • Pertenece al grupo constructivo No. 2 lo que implica que tiene el mismo sentido de giro y ubicación de las borneras que la máquina síncrona No. 2. • La pata o base de la máquina debe ser compatible con la base metálica accesorio de cada par de máquinas síncronas donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
21	1	Arrancador Estrella-Delta
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal: 220 V CA. • Potencia Nominal Mínima: 2 hp (1.492 kW). Debe ser compatible con la potencia del motor trifásico de inducción y el motor jaula de ardilla. • Intervalo mínimo del tiempo de retardo de conmutación Y-Δ: 0 a 30 s. • Debe incluir selector del tiempo de retardo de conmutación y pulsadores de encendido y apagado.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
22	1	Motor Universal
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión Nominal CA: 220 V CA. • Tensión Nominal CC: 220 V CC. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Mínima: ½ hp (0.373 kW). • Para operación con CA o CC. • Debe incluir protección contra contactos involuntarios (fin de eje, etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. • La pata o base de la máquina debe ser compatible con la base metálica accesorio de cada par de máquinas síncronas donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
23	1	Motor de Reluctancia
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Tensión nominal: 220 V CA - Δ / 127 V CA – Y. • Frecuencia: 60 Hz. • Potencia Nominal Máxima (Mínima): 1/32 hp (23.3125 W). • Motor síncrono trifásico sin excitación independiente con autoarranque (motor síncrono de inducción). • Debe incluir protección contra contactos involuntarios (fin de eje, etc.) y la penetración de cuerpos sólidos extraños con diámetro mayor a 2 mm o menos. • La pata o base de la máquina debe ser compatible con la base metálica accesorio de cada par de máquinas síncronas donde serán montadas por lo que los orificios para los tornillos de anclaje deben ser idénticos en tamaño y ubicación en las patas de todas las maquinas.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
24	2	Interruptores Tripolares
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		• Capacidad de Interrupción: 10 A. • Voltaje Nominal Mínimo: 220 V CA. • Posiciones del interruptor: 0-1.

Cada uno de los cinco (5) bancos de trabajo tendrá asociado un armario que debe contar con el siguiente equipo:

TABLA 2. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS A UBICAR EN EL ARMARIO ASOCIADO A CADA BANCO DE TRABAJO

Las cantidades en esta tabla son por armario asociado a cada banco de trabajo.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
25	2	Vatímetros Monofásicos Digitales
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS		• 0-2000 W ó 0-6000 W. • Gama de frecuencias Mínima: Activa 20 kHz, Reactiva 60 kHz • Tensión: 3/10/30/100/300/1000 V • Corriente: 0.1/0.3/1/3/10/30 A

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
26	2	Vatímetros Trifásicos 1 Kw. 30/5 A (1 kW) .
27	2	Vatímetros Trifásicos 500 W. 30/5 A (500 W)
28	2	Vatímetros Trifásicos 100 W. 30/5 A (100 W)
29	2	Vatímetros Trifásicos 5 W. 30/5 A (5 W) .
30	2	Vatímetros Trifásicos 2 W. 30/5 A (2 W).

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
31	2	Amperímetros Análogos de CC - 2 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CC: 0-2 A • Conexión directa. • Clase de Presición Mínima: 1.5	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
32	2	Amperímetros Análogos de CC - 10 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CC: 0-10 A • Conexión directa. • Clase de Presición Mínima: 1.5	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
33	2	Amperímetros Análogos de CC - 20 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CC: 0-20 A • Conexión directa. • Clase de Presición Mínima: 1.5	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
34	2	Amperímetros Análogos de CA - 5 A

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
34	2	Amperímetros Análogos de CA - 5 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CA: 0-5 A • Conexión directa. • Clase de Presición Mínima: 1.5	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
35	2	Amperímetros Análogos de CA - 10 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CA: 0-10 A • Conexión directa. • Clase de Presición Mínima: 1.5	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
36	2	Transformadores de Corriente 10/5 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• 10/5A SIN VENTANA. • Tensión de Aislamiento Mínima: 3 kV.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
37	2	Transformadores de Corriente 20/5 A

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
37	2	Transformadores de Corriente 20/5 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• 20/5A SIN VENTANA. • Tensión de Aislamiento Mínima: 3 kV.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
38	2	Transformadores de Corriente 25/5 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• 25/5 A SIN VENTANA. • Tensión de Aislamiento Mínima: 3 kV.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
39	2	Transformadores de Corriente 50/5 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• 50/5 A SIN VENTANA. • Tensión de Aislamiento Mínima: 3 kV.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
40	2	Transformadores de Corriente 100/5 A

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
40	2	Transformadores de Corriente 100/5 A
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• 100/5A SIN VENTANA. • Tensión de Aislamiento Mínima: 3 kV.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
41	1	Miliamperímetro de CC. 0-1000 mA CC.
42	1	Miliamperímetro de CA. 0-1000 mA CA.
43	1	Milivoltímetro CC. 0-1000 mV CC.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
44	2	Voltímetro Análogo de CC – 20 V
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CC: 0-20 V • Clase de Precisión Mínima: 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
45	2	Voltímetro Análogo de CA – 20 V
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CA: 0-20 V • Clase de Presición Mïnima: 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
46	2	Voltímetro Análogo de CC – 300 V
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CC: 0-300 V • Clase de Precisión Mínima: 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
47	2	Voltímetro Análogo de CA – 300 V
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Capacidad CA: 0-300 V • Clase de Precisión Mïnima: 1.5.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
48	1	Fototacómetro Digital
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Mediciones y rango fototacómetro: 5 a 99,999 rpm • Tacómetro de contacto: 5 a 19,999 rpm • Velocidad Superficie m/min_ -0.05 a 1,999 m/min	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
49	1	Pinza Voltiamperimetrica Digital CA/CC.

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
49	1	Pinza Voltiamperimetrica Digital CA/CC.
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Mediciones de corriente alterna y corriente directa • Factor de cresta: 0-600 A • Tensión 600 Vdc, 600 Vac • Resistencia: 0-600 □ • Continuidad de Frecuencia: 5-400 Hz	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
50	1	Carga Resistiva
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Potencia Mínima: 1.5 kW. (Debe concordar con la de las máquinas que pueden actuar como generadores).	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
51	1	Carga Inductiva
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Potencia Mínima: 1.5 kvar. (Debe concordar con la de las máquinas que pueden actuar como generadores).	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
52	1	Carga Capacitiva

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
52	1	Carga Capacitiva
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Potencia Mínima: 1.5 kvar. (Debe concordar con la de las máquinas que pueden actuar como generadores).	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
53	1	Juego de 32 Cables
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Cables de experimentación de seguridad.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
54	1	Juego de 10 Cables
ESPECIF. MÍNIMAS	• Cables de experimentación de seguridad. Deben tener la longitud suficiente para ir del punto mas alejado del tablero del banco de trabajo a las máquinas.	

Adicionalmente a los equipos de cada banco de trabajo y del armario correspondiente a cada banco, se requieren los siguientes equipos para el laboratorio sin estar asociados a un banco en específico:

TABLA 3. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS AUXILIARES

Las cantidades en esta tabla son por todo el laboratorio por lo que ya son los valores totales

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
55	2	Osciloscopios Digitales.
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Osciloscopio digital de dos canales de 20 MHz • Multímetro digital de verdadero valor eficaz de dos canales y 5000 cuentas. • Trend Plot: Registrador de dos canales • Interfaz RS-232 ópticamente aislada • Medidas de tensión de corriente continua, alterna, pico-pico, ciclo de trabajo, ancho de impulso y fase, resistencia y continuidad.	

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
56	2	Medidores de Aislamiento.
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS	• Rangos automáticos: (4 MΩ, 40 MΩ, 400 MΩ, 4000 MΩ) • Tensiones de Medida: 250 V, 500 V, 1000 V • Máxima corriente de medida 1 mA • Resistencia 0 hasta 40,00 Ω • Medida de tensión AC/DC hasta de 600 V • Retención en pantalla de última medida realizada • Función Lo-Ohms para comprobación de continuidad • Descarga automática de tensión en la carga	